

MONOGRAFIA DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA



SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO ENDODÔNTICOS: VANTAGENS E DESVANTAGENS

Rafael António Cardoso Barbosa

Porto 2016

Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto
Rua Dr. Manuel Pereira da Silva, 4200-393 Porto, Portugal

Sistemas de irrigação endodônticos: vantagens e desvantagens

Monografia de Revisão Bibliográfica apresentada na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Mestrado integrado em Medicina Dentária



Autor:

Rafael António Cardoso Barbosa

rafael-1628@hotmail.com

Orientador:

Cláudia Sofia da Cunha Mesquita Rodrigues

Agradecimentos

Aos meus pais, Albertina e Martinho, a quem devo tudo o que sou e que sem eles não seria possível todo este percurso, que agora termina.

À Prof. Doutora Cláudia Sofia da Cunha Mesquita Rodrigues, pela dedicação e ajuda na orientação da tese. A sua contribuição foi imprescindível para a realização desta monografia.

À Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, faculdade que me permitiu desenvolver a paixão pela Medicina Dentária.

A todas as pessoas que tive a sorte de conhecer ao longo deste percurso académico que contribuíram para ser o que sou hoje.

Abreviaturas

AMD – Ativação Manual Dinâmica

Ca(OH)₂ – Hidróxido de cálcio

CT – comprimento de trabalho

EDTA – ácido etilenodiaminotetracético

IAL – Irrigação ativada por laser

NaOCl – Hipoclorito de sódio

PNA – Pressão negativa apical

IUP – Irrigação ultrassônica passiva

Índice

Resumo	2
Abstract.....	3
Materiais e Métodos	5
Introdução	7
Desenvolvimento	10
Sistemas de Irrigação:	10
Técnicas de irrigação manual:	10
Irrigação convencional (por agulha).....	10
Escovas	11
Ativação manual dinâmica	12
Técnicas de irrigação assistidas por máquinas:	12
Escovas rotativas	12
Irrigação ultrassônica.....	13
Irrigação sônica.....	14
Irrigação por pressão negativa.....	14
Irrigação continua durante instrumentação rotativa	16
Irrigação por laser	17
Comparação entre sistemas.....	17
Eficácia.....	17
Segurança	19
Outras utilizações dos sistemas de irrigação endodônticos.....	20
Conclusão	21
ANEXOS	22
Bibliografia.....	33

Resumo

Introdução: atualmente, o hipoclorito de sódio continua a ser recomendado como o irrigante ideal para o dia-a-dia da prática clínica. É importante conhecer os outros irrigantes disponíveis, como o EDTA e a clorohexidina. Para otimizar as propriedades dos irrigantes e completar as suas limitações existem vários sistemas de irrigação disponíveis no mercado, que utilizam técnicas manuais ou assistidas por máquinas.

Objetivo: esta revisão bibliográfica pretende comparar os vários sistemas de irrigação mais utilizados, analisando as vantagens e desvantagens de cada um, esperando saber quais os mais eficazes e simultaneamente os mais seguros.

Materiais e métodos: a pesquisa foi realizada na base de dados Pubmed, incluindo artigos dos últimos 15 anos, de língua inglesa e língua portuguesa. Foram considerados 33 artigos relevantes dos quais selecionaram-se 25 artigos. Inclui-se também neste trabalho de revisão um livro.

Desenvolvimento: existem vários tipos de sistemas de irrigação, que podem ser divididos em duas categorias: técnicas de irrigação manual e técnicas de irrigação assistidas por máquina. As técnicas de irrigação manual incluem: pressão positiva através de seringa podendo ser equipada com uma variedade de agulhas, agitação manual dinâmica usando cones de gutta-percha e com escovas. As técnicas de irrigação assistidas por máquinas incluem técnicas sónicas, ultrassónicas, pressão negativa, escovas rotativas e irrigação continua durante instrumentação rotativa. Vários estudos fazem a comparação entre os sistemas, tendo mostrado que os sistemas de irrigação ultrassónica e por pressão negativa têm mostrado bons resultados em relação aos outros sistemas.

Conclusão: com esta revisão bibliográfica podemos concluir que nenhum estudo demonstra uma total eficiência dos sistemas de irrigação. É essencial conhecer os vários sistemas e aliar à competência e conhecimentos individuais, permitindo assim uma maior taxa de sucesso nos tratamentos endodônticos.

Palavras chave: sistemas de irrigação, segurança, eficácia, EndoVac, irrigação por pressão negativa, irrigação ultrassónica

Abstract

Introduction: Currently, sodium hypochlorite continues to be recommended as the ideal irrigant for the day-to-day clinical practice. It is important to know the other irrigants available, such as EDTA and chlorhexidine. To optimize the properties of rinsing and to complete its limitations there are several irrigation systems available on the market, using manual techniques or assisted by machines.

Objective: This review aims to compare the various irrigation systems most used, analyzing the advantages and disadvantages of each, waiting to know what the most effective and safest simultaneously.

Materials and methods: The research was carried out in the Pubmed database, including articles in the last 15 years, English and Portuguese language. 33 was considered relevant articles of which 25 were selected. Also included in this review a work book.

Development: There are several types of irrigation systems, which can be divided into two categories: manual irrigation techniques and machine-assisted irrigation techniques. Manual irrigation techniques include: positive pressure through syringe, that can be equipped with a variety of needles, dynamic manual agitation using gutta percha cones and with brushes. The irrigation machines assisted techniques include sonic techniques, ultrasonics, negative pressure, rotating brushes and continuous irrigation during rotary instrumentation. Several studies compared systems, having shown that irrigation systems as the negative pressure and ultrasound have shown good results in relation to other systems.

Conclusion: With this review we conclude that no study demonstrates a total efficiency of an irrigation systems. It is essential to know the various systems and combine the competence and individual knowledge, thus allowing a higher rate of success in endodontic treatments.

Key words: irrigation systems, safety, efficacy, EndoVac, negative pressure irrigation, ultrasonic irrigation

Materiais e Métodos

A metodologia adotada consistiu numa pesquisa bibliográfica de artigos científicos indexados na PUBMED com as palavras-chave irrigation endodontics, endodontic irrigation systems, ultrasonic irrigation, endovac, sonic irrigation endodontics, root canal treatment, apical extrusion, sodium hypochlorite, passive ultrasonic irrigation, root canal cleaning, laser.

Os critérios de inclusão foram a língua (portuguesa e inglesa) e a data (dos últimos 15 anos). A seleção dos artigos da pesquisa para revisão integral baseou-se na relevância do título e do resumo do artigo. Foram identificados 33 artigos, como potencialmente relevantes, dos quais apenas se consultou o texto integral de 25 artigos.

Os 8 artigos foram excluídos por não apresentarem conteúdo relevante para a monografia. Foi ainda utilizado um livro para orientação e ajuda na conceção desta monografia de revisão.

Introdução

A primeira literatura encontrada sobre a necessidade de irrigação frequente do canal radicular é de Taft⁽¹⁾ (1859). Este autor recomendou o uso de um “agente de desodorizar” como o cloreto de sódio. A partir de então, a literatura descreve vários métodos para a obtenção de um canal limpo, usando uma variedade de agentes e medicamentos de limpeza. Schreir^(2, 3) (1893) recomendou metais de potássio e de sódio nos canais para a remoção da polpa necrótica. Callahan⁽⁴⁾ (1894) sugeriu uma solução aquosa de ácido sulfúrico a 20-25%, aplicada numa pequena bola de algodão e selada no canal radicular, por 24-48 horas. Posteriormente, era introduzida uma solução saturada de bicarbonato de sódio dentro dos canais radiculares, produzindo uma ação efervescente e forçando os restos para a superfície. Em meados do século XX, estudos realizados por Grossman e Meiman^(3, 5), levaram à introdução do uso combinado de hipoclorito de sódio (NaOCl) e peróxido de hidrogênio para remover restos do tecido pulpar e raspas de dentina após a instrumentação. Atualmente, o NaOCl ainda é recomendado para o dia-a-dia da prática clínica.⁽³⁾

As propriedades ideais de um irrigante segundo Abraham⁽³⁾ são: solvente tecidular ou de restos dentinários baixa toxicidade; baixa tensão superficial; lubrificante; esterilizante/desinfetante; permita a remoção do smear layer; ter um amplo espectro antimicrobiano, e alta eficácia contra microrganismos anaeróbios e facultativos organizados em biofilmes; não-tóxico para os tecidos periodontais; baixo custo, de fácil disponibilidade e validade aumentada.

Para além do NaOCl, existem mais soluções irrigadoras como agentes quelantes (ácido etilenodiaminotetracético - EDTA), clorohexidina, peróxido de hidrogênio, compostos de iodo, compostos fenólicos.

No entanto, apesar das complicações, o NaOCl é o irrigante padrão usado no dia-a-dia da prática clínica. Mas deve ser confinado ao canal. A extrusão do NaOCl pode causar uma grave irritação tecidular e necrose, e pode comprometer a integridade do osso esponjoso.⁽⁶⁾

A eficiência de irrigação está diretamente relacionada com a profundidade a que a agulha é inserida dentro do canal. A extrusão apical do NaOCl e outros irrigantes deve ser

evitada durante o tratamento endodôntico de forma a reduzir a possibilidade de danos iatrogênicos aos pacientes. Logo, qualquer sistema ou método de irrigação que reduza a extrusão de NaOCl para os tecidos periapicais será um enorme benefício. ⁽⁶⁾

Os restos dentinários são difíceis de remover de forma eficaz usando somente uma instrumentação mecânica, porque o sistema de canais radiculares tem uma estrutura complexa e irregular. A dificuldade da técnica convencional por agulha é que a profundidade de penetração da agulha é dependente do tamanho e morfologia de cada canal. A irrigação completa do canal em todo o comprimento de trabalho (CT) muitas vezes não é alcançada com irrigação por agulha. Se não for usada a adequada pressão positiva, os irrigantes podem não chegar ao CT. Se existir demasiada pressão positiva há um risco de extravasamento do irrigante, que pode produzir dano tecidual, dor e edema. ⁽⁷⁾

Os métodos de irrigação convencional (por agulha) podem ser eficazes para limpar os terços cervical e médio dos canais radiculares e menos eficazes na região apical, provavelmente por causa do diâmetro do canal radicular, tornando o fluxo da solução de irrigação difícil. Por estas razões, surgiram novos dispositivos para melhorar a irrigação do canal radicular. ⁽⁸⁾

É importante conhecer outros sistemas de irrigação de forma a obter melhores resultados. Existem vários sistemas de irrigação, que podem ser divididos em duas categorias: técnicas de irrigação manual e técnicas de irrigação assistidas por máquina. As técnicas de irrigação manual incluem: pressão positiva através de seringa podendo ser equipada com uma variedade de agulhas, agitação manual dinâmica usando cones de gutta-percha e com escovas. As técnicas de irrigação assistidas por máquinas incluem técnicas sônicas, ultrassônicas, pressão negativa, escovas rotativas e irrigação contínua durante instrumentação rotativa. ⁽⁹⁾ ⁽³⁾

Há dois fatores importantes que devem ser considerados durante o processo de irrigação: se os sistemas podem levar a irrigação até ao ápice do canal e se a irrigação é capaz de ir a áreas que não podem ser alcançadas com instrumentação mecânica, tais como canais laterais, acessórios e deltas. ⁽⁹⁾

A ativação ultrassônica passiva de instrumentos endodônticos foi sugerida recentemente como um meio para melhor o desbridamento canal, desinfecção e selamento (obturação)

do canal. Também tem sido recomendada para remoção do hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) do canal radicular.⁽⁷⁾

O sistema de irrigação por pressão negativa EndoVac foi introduzido em 2007 e foi projetado para irrigar com segurança a zona apical do canal radicular.⁽¹⁰⁾ O sistema EndoVac colocado para o CT resultou em desbridamento significativamente melhor a 1mm do CT comparado com a irrigação por agulha.⁽⁷⁾

Este sistema de irrigação de pressão negativa é considerado por alguns autores como método de aspiração de lesões periapicais.⁽¹¹⁾

Recentemente, a irrigação por laser ativado foi introduzida como um método de ativação de soluções de irrigação pela transferência de energia pulsada. A literatura em geral, mostrou que os lasers de érbio fracionado têm sido utilizados para a ativação de irrigantes.⁽¹²⁾

O principal objetivo desta revisão bibliográfica é comparar os sistemas de irrigação mais utilizados, analisando as vantagens e desvantagens de cada um, esperando saber quais os mais eficazes e simultaneamente os mais seguros.

Desenvolvimento

Sistemas de Irrigação:

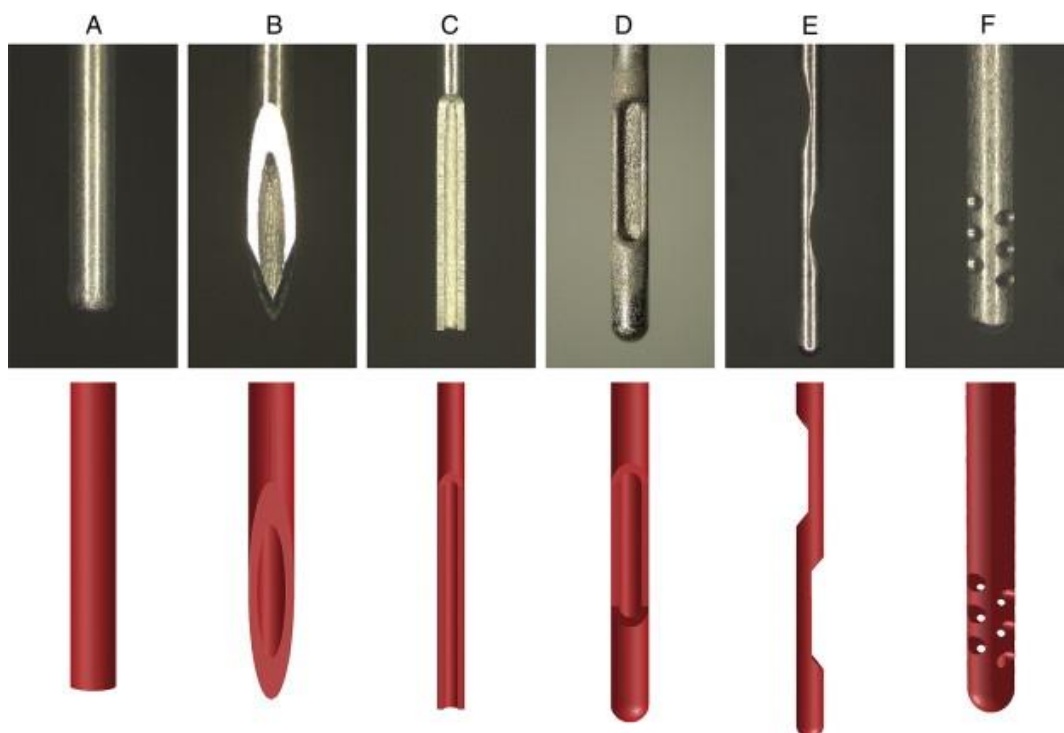
Técnicas de irrigação manual:

Irrigação convencional (por agulha)

A irrigação através de seringa e agulha durante o tratamento do canal radicular iniciou-se há mais de um século. ⁽¹³⁾

Atualmente, a maioria das publicações visam principalmente avaliar as novas técnicas de irrigação, enquanto que a irrigação por agulha é usada muitas vezes apenas com um controlo. É provável que no futuro seja substituída pelas novas técnicas. ⁽⁹⁾

Existem vários tipos de agulhas, usadas neste tipo de irrigação. Boutsoukis et al. descreveram 6 tipos que podem ser divididos em dois grupos principais: agulhas com final aberto (Fig. I A-C) e com final fechado (Fig I – D-E). ⁽¹⁴⁾



I – Agulhas 30G disponíveis comercialmente usadas como referência (topo) e modelos de três dimensões criados (parte inferior). (A-C) Agulhas com final aberto: (A) Achatada, (B) Com bisel, (C) Com fenda, (D-F) Agulhas com final fechado: (D) Ventilada de lado, (E) Ventilada em dois lados e (F) multi-ventilada (orifícios) ⁽¹⁴⁾

Esta técnica é ainda amplamente aceite quer por médicos dentistas generalistas, quer por especializados na área de endodontia. A técnica envolve a distribuição de um irrigante

no canal por meio de agulhas/cânulas, passivamente ou com agitação (movimentando a agulha para cima e para baixo no espaço do canal). Algumas destas agulhas são projetados para dispensar o irrigante através das suas extremidades mais distais, enquanto outras são projetadas para entregar o irrigante lateralmente através de canais fechados, como descrito anteriormente. Os últimos tipos de agulhas têm sido propostos para melhorar a ativação hidrodinâmica do irrigante e diminuir a probabilidade de extrusão apical.

É crucial que a agulha permaneça solta no interior do canal durante a irrigação. Isto permite o refluxo do líquido irrigador e faz com que os restos sejam deslocados para nível coronal, evitando a extrusão inadvertida do irrigante nos tecidos periapicais. Uma das vantagens da irrigação com seringa é que permite um controlo mais fácil da profundidade de penetração da agulha dentro do canal e o volume de irrigação que é inserido através do canal. ⁽¹⁵⁾

Escovas

As escovas não são usadas diretamente para inserir o líquido irrigador nos espaços do canal. Elas são coadjuvantes que foram projetadas para o desbridamento das paredes ou agitação do irrigante no canal radicular.

Estas escovas podem estar indiretamente envolvidas com a dispersão de irrigantes dentro dos espaços do canal.

O Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Canada) é um dos dispositivos disponíveis. Trata-se de uma escova espiral concebida para uso em endodontia que consiste num conjunto de cerdas de nylon torcidas com uma pega fixa e tem um diâmetro relativamente constante ao longo de todo o comprimento.

Outro dispositivo disponível comercialmente é o NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) (Fig II), uma agulha com calibre de 30G coberta com uma escova. ⁽¹⁵⁾



II - NaviTip® FX® in Ultradent Products Inc

Ativação manual dinâmica

A irrigação manual dinâmica tem sido descrita como uma técnica de melhor relação custo-eficácia para a limpeza das paredes do canal radicular. Envolve a inserção repetida de um cone de guta-percha bem ajustado para o comprimento de um canal anteriormente trabalhado. O cone de guta-percha é aplicado em movimentos curtos e suaves para deslocar hidrodinamicamente e ativar o líquido irrigador. ⁽¹⁶⁾

Técnicas de irrigação assistidas por máquinas:

Escovas rotativas

Uma pequena escova conectada a uma peça de mão giratória foi usada por Ruddle⁽¹⁷⁾ em 2001 para facilitar a remoção de restos e smear layer dos canais radiculares instrumentados. A escova inclui uma haste e uma secção de escova afilada/cônica. Durante a fase de desbridamento, a micro-escova gira a cerca de 300 rpm, fazendo com que as cerdas se deformem sobre as irregularidades da preparação. Isso ajudaria a deslocar os restos dentinários para fora do canal no sentido coronal. No entanto, este produto não está comercialmente disponível desde que a patente foi aprovada em 2001.

Um dos dispositivos que utiliza este sistema é o CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany) (Fig. III). É uma micro escova endodontica altamente flexível que

pode ser utilizada manualmente, com uma ação rotativa. No entanto, é mais eficaz quando ligado a uma peça de mão, rodando a 600 rpm. ^(3, 18)



III - CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany) ⁽¹⁸⁾

Irrigação ultrassônica

O ultrassom é uma onda acústica ou de vibração parecida com o som, na sua natureza, mas com uma frequência maior do que a audível pelo ouvido humano.

Este sistema tem uma vantagem importante sobre instrumentos rotativos porque não roda, oferecendo assim segurança e controle, mantendo uma eficácia elevada de corte.

Existem dois métodos básicos para a produção de uma onda ultrassônica. O primeiro é magnetostricção, que converte a energia eletromagnética em energia mecânica. O segundo método trabalha de acordo com o princípio piezoelétrico e usa um cristal que muda de tamanho, através da aplicação de carga elétrica.

O primeiro método, por magnetostricção, tem duas principais desvantagens para aplicação endodôntica: tem movimento elíptico e gera calor, necessitando de refrigeração.

A maior vantagem do segundo método, piezoelétrico, sobre o primeiro, é a produção de mais ciclos por segundo (40 no piezoelétrico vs 24 nos dispositivos de magnetostricção).

^{(19) (20)}

Usar o ultrassom no tratamento endodôntico melhora a qualidade do tratamento em diversos aspetos, incluindo o acesso aos orifícios de entrada do canal radicular, limpeza, preparação e obturação dos canais, eliminando os obstáculos, como os restos dentinários.

⁽²⁰⁾

O NaOCl é o irrigante mais comumente utilizado na irrigação do canal radicular, com excelente poder antibacteriano. A irrigação com NaOCl combinada com ultrassom tem maior efeito antibacteriano. Este método combinado, segundo Mohammadi et al., melhora a troca de substâncias no canal, permite o aquecimento da substância irrigação e elimina os restos de dentina e a camada de resíduos, permitindo alcançar um maior efeito de limpeza. ⁽¹⁹⁾

Irrigação sónica

Os instrumentos sônicos utilizam uma frequência baixa (1000-6000 Hz) em comparação com instrumentos ultrassônicos (25000 Hz). Em ambos os tipos de instrumentos, a lima está conectada a um ângulo de 60-90 graus com o eixo longitudinal da peça de mão. No entanto, o padrão de vibração de limas ultrassônica é diferente dos instrumentos sônicos. As limas ativadas por ultrassons têm vários nós e anti-nós por todo o comprimento do instrumento, enquanto as limas sônicas têm um único nó perto da conexão da lima e um anti-nó na ponta do instrumento. Os instrumentos sônicos produzem um movimento elíptico, lateral, semelhante ao das limas ultrassônicas. ⁽¹⁹⁾

Quando o movimento da lima sônica é limitado, a oscilação marginalizada desaparece. Isto resulta numa oscilação da lima longitudinal pura. Este modo de vibração tem sido demonstrado como particularmente eficaz no desbridamento do canal, porque não é afetado pela carga e apresenta grandes amplitudes de deslocamento. ⁽¹⁵⁾

O EndoActivator (Advanced Endodontics, Santa Barbara CA) é um dos sistemas que usa energia sônica para irrigar os sistemas de canais radiculares. Tem dois componentes, uma peça de mão e pontas ativadoras. A peça de mão tem uma bateria e ativada faz cerca de 2.000 a 10.000 ciclos/min. O fabricante recomenda a utilização deste dispositivo após a conclusão da limpeza e corte e irrigação do canal com uma seringa manual e uma agulha de irrigação endodôntica. ⁽²¹⁾

Irrigação por pressão negativa

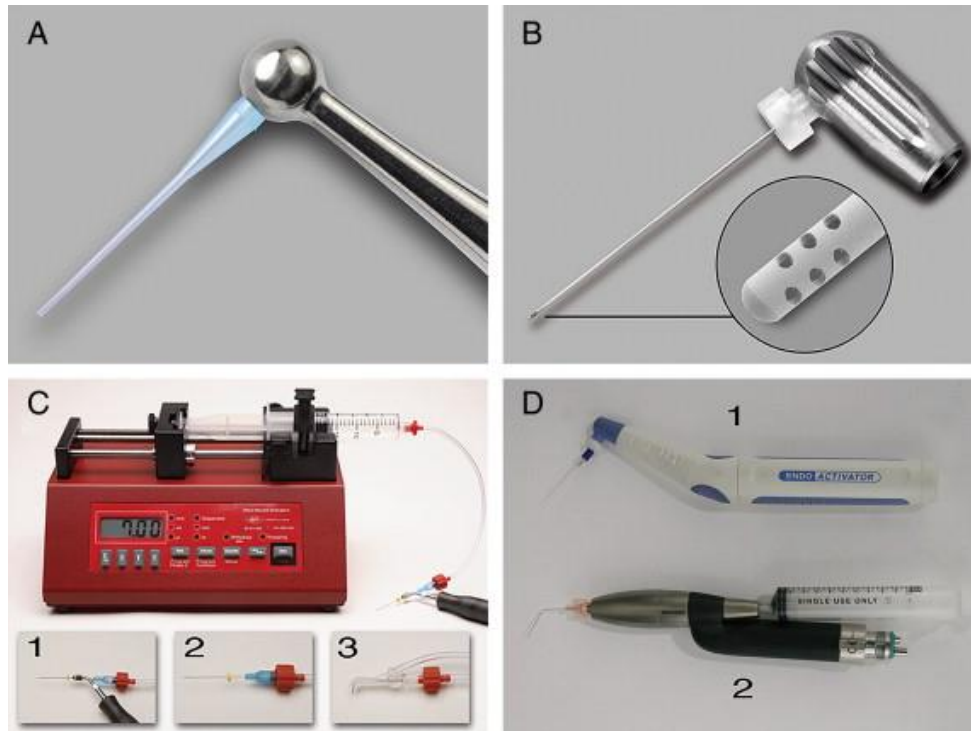
De forma a inserir e remover o irrigante simultaneamente foi introduzida a irrigação por pressão negativa. ⁽²²⁾

O sistema de irrigação por pressão negativa mais conhecido é o EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, USA). O dispositivo consiste numa ponta de entrega/evacuação que está ligada a uma seringa contendo a irrigação e sucção de alta velocidade da cadeira dentária. Usando uma macro ou micro-cânula ligada ao dispositivo de aspiração, a irrigação é introduzida na câmara pulpar que é então puxada por pressão negativa pelo canal da ponta da cânula e removida através de uma mangueira de sucção. ⁽¹⁰⁾

A ponta de entrega/evacuação coloca o irrigante na câmara e previne o extravasamento. A macro-cânula (Fig. IV A) é de plástico com uma extremidade aberta.

A micro-cânula (Fig. IV B) é de aço inoxidável e tem 12 orifícios pequenos, posicionados lateralmente, com uma extremidade. Como estas cânulas são colocadas no canal, a pressão negativa puxa o líquido irrigador da câmara, pelo canal até à ponta da cânula, dentro da cânula, e através da mangueira de aspiração. A micro-cânula pode ser usada com o comprimento de trabalho. ⁽²³⁾

O Risendo (Air Techniques Inc, New York, NY) é mais um dispositivo de irrigação por pressão negativa, que irriga o canal usando uma tecnologia de pressão-sucção. Os componentes são uma peça de mão, uma cânula e uma seringa de transporte do irrigante (Fig IV D-2). A peça de mão é alimentada pelo compressor de ar dentário e tem uma velocidade de irrigação de 6,2 mL / min. ⁽²¹⁾



IV – (A) Macro-cânula Endovac de plástico (B) Micro-cânula em ácido inoxidável, inserida nos seus respetivos componentes de titânio (C) Bomba de seringa com precisão programável (C-1) agulha ultrassónica (C-2) Max-I-Probe (sistema de irrigação manual), e (C-3) Master Delivery Tip EndoVac (D-1) EndoVac operado por bateria é mostrado com uma ponta de ativação em plástico (D-2) O Rinsendo é mostrado totalmente montado; ele oferece irrigante através de uma pressão pneumática interna (21)

Irrigação contínua durante instrumentação rotativa

O sistema de irrigação Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA) é uma unidade de fornecimento de fluido que está ligado ao sistema Quantec Endo-E. Usa uma bomba, 2 reservatórios de irrigação, e tubos para fornecer irrigação contínua durante a instrumentação rotativa. A agitação contínua do irrigante durante a instrumentação rotativa gera um aumento do volume de irrigante, aumenta o tempo de contato com o irrigante, e facilita uma maior profundidade de penetração no interior do canal radicular. Isso deve resultar num desbridamento do canal mais eficaz em comparação com a irrigação por agulha de seringa. (15)

Irrigação por laser

A irrigação ativada por laser (IAL) com laser de érbio foi sugerida como um método para ativar a irrigação. Este sistema baseia-se no efeito de cavitação. O laser leva a uma vaporização do líquido irrigador e a formação de bolhas de vapor, que expandem e implodem com efeitos secundários de cavitação. Estas bolhas de vapor podem causar um aumento volumétrico de 1.600 vezes o volume original, aumentando a pressão e impulsionando o fluido para fora do canal. Quando a bolha implode após 100 a 200 microssegundos, uma sub-pressão desenvolve e aspira o fluido de volta para o canal, induzindo efeitos secundários de cavitação. Portanto, o ser laser funciona como uma bomba de fluido. ^{(24) (25)}

Comparação entre sistemas

Eficácia

Segundo Akyuz e Erdemir ⁽¹²⁾ os vários sistemas demonstraram eficácia na remoção da smear layer. A irrigação por pressão negativa apical (PNA) é descrita como a mais efetiva entre as técnicas para remoção de smear layer na parte apical. Ainda o mesmo estudo confirma que a combinação do uso das soluções de NaOCL e EDTA foi essencial para remover a smear layer. A combinação recomendada é a solução de EDTA a 17% seguida por NaOCL a 1% ou 6%. Com as limitações deste estudo in vitro, pode ser afirmado que as técnicas de ativação da irrigação, exceto a do laser de diodo, são mais efetivas que a irrigação convencional por seringa.

Tanomaru-Filho et al. ⁽⁸⁾ referem também a PNA (usando o sistema EndoVac no estudo) como um sistema eficaz. Segundo os autores a irrigação ultrassônica também promoveu uma melhor limpeza do canal principal e canais laterais, simulados nos terços médios e apicais, quando comparado com a irrigação manual.

Jiang et al. ⁽²⁶⁾ confirmam que a PNA é mais eficaz que a irrigação convencional por agulha de seringa, embora a irrigação ultrassônica tenha melhores resultados que todas as outras técnicas. O mesmo estudo avalia a eficácia da ativação manual dinâmica com cones de guta-percha, concluindo ser também mais eficaz que a convencional. Parente et al. ⁽¹⁶⁾

afirmam que o sistema irrigação por pressão negativa EndoVac é mais eficaz que a irrigação manual dinâmica.

A irrigação por pressão negativa demonstrou uma limitação de ativação do irritante dentro dos canais laterais radiculares no estudo de de Gregorio et al. ⁽²⁷⁾, mas conseguiu atingir o comprimento de trabalho significativamente mais do que os outros sistemas. Em contraste, o grupo da IUP demonstrou significativamente maior penetração do irrigante nos canais laterais, mas não até ao CT.

Embora os estudos anteriores mostrem a eficácia da irrigação por pressão negativa, Pawar, et al. ⁽²⁸⁾ concluíram que não há diferenças estatisticamente significativas na eficácia antimicrobiana entre a APN e irrigação convencional. O mesmo concluíram Miller e Baumgartner ⁽²⁹⁾ comparando os mesmos sistemas de irrigação.

Abarajithan et al. ⁽¹⁰⁾ demonstraram que tanto o sistema Endovac como a irrigação convencional foram igualmente eficazes na remoção do smear layer dos terços coronais e médios do canal radicular. No entanto, no terço apical do canal radicular, o Endovac mostrou um desempenho significativamente melhor na remoção da camada de smear layer do que a irrigação convencional através de seringa. No entanto, ambos os sistemas foram ineficazes na completa remoção da camada de smear layer no terço apical do canal radicular. Nielsen e Craig Baumgartner ⁽²³⁾ também tiveram os mesmos resultados, confirmando que o sistema de ANP (EndoVac) conseguiu inserir mais líquido irrigador e melhor desbridamento a 1mm do CT em comparação à irrigação por agulha. Keles et al. referem também que os vários métodos de agitação, incluindo por laser, promovem uma melhor remoção da smear layer e restos dentinários, embora não consigam remover totalmente, o que anteriormente foi confirmado por Abarajithan et al.

Quanto ao laser, em 2009, De Moor et al. ⁽²⁵⁾ demonstraram que a irrigação ativada por laser com o Er, Cr:YSGG e uma fibra de 200µm é mais eficaz em remover restos dentinários do canal radicular que a irrigação manual convencional com NaOCl a 2.5% ou que a irrigação ultrassônica. Em 2010, De Moor et al. ⁽²⁴⁾ mostram que os lasers de érbio por 20 segundos (4x5 segundos) são tão eficientes como a irrigação ultrassônica com a técnica de descada intermitente (3x20 segundos).

Atualmente (2016), de acordo com Plotino et al. ⁽²²⁾, a irrigação ultrassônica com NaCOI ainda é o sistema mais comumente definido como padrão (*gold standard*). Embora a superioridade da eficácia, segundo Mohammadi et al. ⁽¹⁹⁾, continue controversa.

Segurança

Desai e Himel ⁽²¹⁾ demonstraram que a irrigação com pressão positiva resultou numa extrusão periapical, enquanto que a técnica de irrigação com pressão negativa reduziu a extrusão periapical. O protocolo para este estudo foi projetado para maximizar a possibilidade de extrusão de irrigação através de um ápice normal. Clinicamente, vários fatores podem diminuir o extravasamento das soluções. Os ossos e tecidos periapicais proporcionam resistência à extrusão apical. Este estudo concluiu que o EndoVac não provoca extrusão da irrigação após colocação profunda intracanal e aspira o líquido irrigador da câmara. O EndoActivator apresentou uma quantidade mínima, estatisticamente insignificante, de irrigante que ultrapassou o ápice. Os grupos com as técnicas manual, ultrassônica e Rinsendo apresentaram uma quantidade significativamente maior de extrusão em comparação com grupos com EndoVac e EndoActivator.

Segundo Iriboz et al. ⁽⁷⁾ a irrigação com agulha deve ser a nossa última escolha entre as outras técnicas, porque mostrou maior quantidade de irrigante extravasado. Os dados do mesmo estudo sugerem uma frequência significativamente mais baixa de extrusão de NaOCl usando o EndoVac em comparação com outras técnicas. Yost et al. também demonstraram a eficácia do EndoVac. Referem que o sistema de irrigação por pressão negativa é significativamente mais seguro, causando menor extrusão, em comparação com a irrigação a laser e Max-i-Probe (um sistema específico de irrigação manual (Fig. II C-2)).

Dentro do sistema de irrigação por pressão negativa, Velmurugan et al. ⁽³⁰⁾, verificaram que o sistema EndoVac com macro-cânula é mais eficiente na prevenção da extrusão de irrigante nos dentes imaturos comparado ao sistema com micro-cânula e irrigação por agulha convencional. Mitchell et al. confirmaram também que o sistema EndoVac tem significativamente menor risco de extrusão comparado com o sistema convencional por agulha.

Outras utilizações dos sistemas de irrigação endodônticos

Segundo Keles e Alcin ⁽¹¹⁾ as lesões periapicais como um quisto grande podem ser curadas após um tratamento de canal não cirúrgico, diminuindo a pressão hidrostática no interior da lesão periapical. Isto pode ser conseguida com a técnica de aspiração usando EndoVac, quando há drenagem de fluido cístico através dos canais radiculares. A técnica de EndoVac com macro-cânula produz um efeito de vácuo na região periapical através do canal radicular, o que facilita a evacuação de grandes quantidades de exsudado. A cura de uma grande lesão periapical pode ser conseguida através de um diagnóstico correto e abordagem de tratamento adequada, sem a necessidade de cirurgia. O sistema EndoVac pode então ser útil para a aspiração de exsudato via intracanal.

Contudo, não foram encontrados mais estudos que refiram estes sistemas de irrigação como possíveis formas de tratamento não-cirúrgicas de lesões periapicais grandes.

Conclusão

Com esta revisão bibliográfica podemos concluir que nenhum estudo demonstra uma total eficiência dos sistemas de irrigação. O sistema EndoVac e irrigação ultrassônica foram os que mostraram melhores resultados. A irrigação por pressão negativa (EndoVac) consegue melhores resultados no terço apical em comparação aos outros sistemas. Quanto à segurança, o mesmo tipo de sistema (por pressão negativa) mostrou-se o mais seguro.

No entanto, alguns estudos não encontram diferenças significativas entre a eficácia dos vários sistemas, permanecendo a controvérsia.

É essencial conhecer os vários sistemas e aliar à competência e conhecimentos individuais, permitindo assim uma maior taxa de sucesso nos tratamentos endodônticos.

Um recente estudo mostrou outras aplicações destes sistemas de irrigação, como o do EndoVac. Com este dispositivo conseguiu-se aspirar uma lesão periapical sem recorrer a um método cirúrgico. Sendo importante estudar as várias aplicações destes sistemas de forma a melhorar a nossa prática clínica, obtendo melhores resultados.

Para a execução destas técnicas tem-se utilizado preferencialmente como irrigante o NaOCl (gold standard). Como este líquido irrigador apresenta limitações, é necessário complementar com outras técnicas/sistemas de forma a conseguirmos ter uma maior taxa de sucesso. Sendo que segundo Akyuz and Erdemir⁽¹²⁾ a combinação recomendada é a solução de EDTA a 17% seguida por NaOCL a 1% ou 6%.

Na minha perspetiva, é importante que o médico dentista conheça os vários sistemas disponíveis, aplicando o mais adequado nas diversas situações, melhorando e facilitando a sua prática clínica. No entanto, serão precisos mais estudos para demonstrar realmente as vantagens destes sistemas. Espera-se no futuro que a evolução destes dispositivos permita uma eficácia próxima dos 100%, embora seja sempre essencial o bom diagnóstico, plano de tratamento eficaz e conhecimentos técnicos por parte do médico dentista.

ANEXOS

Anexo 1

DECLARAÇÃO

**Monografia de Investigação/ Relatório de Atividade
Clínica**

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/ Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

30/06/2016

O autor

Rafael António Carlos Barbosa

Anexo 2

PARECER

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pelo Rafael António Cardoso Barbosa com o título: “Sistemas de Irrigação endodônticos: vantagens e desvantagens” está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

30/06/2016

Orientadora

A horizontal line is drawn across the page, and the signature 'Andréia Rodrigues' is written in cursive over it.

Anexo 3

25/06/2016

RightsLink Printable License

**ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Jun 25, 2016

This Agreement between Rafael Barbosa ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	3895960487355
License date	Jun 25, 2016
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Journal of Endodontics
Licensed Content Title	Evaluation of Irrigant Flow in the Root Canal Using Different Needle Types by an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model
Licensed Content Author	Christos Boutsoukis, Bram Verhaagen, Michel Versluis, Eleftherios Kastrinakis, Paul R. Wesselink, Lucas W.M. van der Sluis
Licensed Content Date	May 2010
Licensed Content Volume Number	36
Licensed Content Issue Number	5
Licensed Content Pages	5
Start Page	875
End Page	879
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes
Number of languages	1
Languages	Portuguese (Portugal)
Order reference number	
Original figure numbers	Figure 1
Title of your thesis/dissertation	Sistemas de irrigação endodônticos: vantagens e desvantagens
Expected completion date	Jul 2016
Estimated size (number of pages)	30
Elsevier VAT number	GB 494 6272 12
Requestor Location	Rafael Barbosa Rua Antônio Caetano de Moura 129 Bloco B 1 Traseiras Resende, 4660-245 Portugal Attn: Rafael Barbosa

<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet>

1/5

Anexo 4

26/06/2016

RightsLink Printable License

**ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Jun 26, 2016

This Agreement between Rafael Barbosa ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	3896420639448
License date	Jun 26, 2016
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Journal of Endodontics
Licensed Content Title	Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems
Licensed Content Author	Pranav Desai, Van Himel
Licensed Content Date	April 2009
Licensed Content Volume Number	35
Licensed Content Issue Number	4
Licensed Content Pages	5
Start Page	545
End Page	549
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes
Number of languages	1
Languages	Portugues (Portugal)
Order reference number	
Original figure numbers	Figure 1
Title of your thesis/dissertation	Sistemas de irrigação endodônticos: vantagens e desvantagens
Expected completion date	Jul 2016
Estimated size (number of pages)	30
Elsevier VAT number	GB 494 6272 12
Requestor Location	Rafael Barbosa Rua António Caetano de Moura 129 Bloco B 1 Traseiras Resende, 4660-245 Portugal Attn: Rafael Barbosa
Total	0.00 EUR

<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet>

1/5

Anexo 5

04/07/2016

RightsLink Printable License

**ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Jul 04, 2016

This Agreement between Rafael Barbosa ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	3902051043860
License date	Jul 04, 2016
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology
Licensed Content Title	Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study
Licensed Content Author	Yildiz Garip, Hesna Sazak, Mahir Gunday, Seda Hatipoglu
Licensed Content Date	August 2010
Licensed Content Volume Number	110
Licensed Content Issue Number	2
Licensed Content Pages	5
Start Page	e62
End Page	e66
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes
Number of languages	1
Languages	Portuguese (Portugal)
Order reference number	
Original figure numbers	Fig. 1.
Title of your thesis/dissertation	Sistemas de irrigação endodônticos: vantagens e desvantagens
Expected completion date	Jul 2016
Estimated size (number of pages)	30
Elsevier VAT number	GB 494 6272 12
Requestor Location	Rafael Barbosa Rua Antônio Caetano de Moura 129 Bloco B 1 Traseiras Resende, 4660-245 Portugal Attn: Rafael Barbosa

<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet>

1/5

04/07/2016

RightsLink Printable License

Total

0.00 EUR

[Terms and Conditions](#)

INTRODUCTION

1. The publisher for this copyrighted material is Elsevier. By clicking "accept" in connection with completing this licensing transaction, you agree that the following terms and conditions apply to this transaction (along with the Billing and Payment terms and conditions established by Copyright Clearance Center, Inc. ("CCC"), at the time that you opened your Rightslink account and that are available at any time at <http://myaccount.copyright.com>).

GENERAL TERMS

2. Elsevier hereby grants you permission to reproduce the aforementioned material subject to the terms and conditions indicated.

3. Acknowledgement: If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source, permission must also be sought from that source. If such permission is not obtained then that material may not be included in your publication/copies. Suitable acknowledgement to the source must be made, either as a footnote or in a reference list at the end of your publication, as follows:

"Reprinted from Publication title, Vol /edition number, Author(s), Title of article / title of chapter, Pages No., Copyright (Year), with permission from Elsevier [OR APPLICABLE SOCIETY COPYRIGHT OWNER]." Also Lancet special credit - "Reprinted from The Lancet, Vol. number, Author(s), Title of article, Pages No., Copyright (Year), with permission from Elsevier."

4. Reproduction of this material is confined to the purpose and/or media for which permission is hereby given.

5. Altering/Modifying Material: Not Permitted. However figures and illustrations may be altered/adapted minimally to serve your work. Any other abbreviations, additions, deletions and/or any other alterations shall be made only with prior written authorization of Elsevier Ltd. (Please contact Elsevier at permissions@elsevier.com)

6. If the permission fee for the requested use of our material is waived in this instance, please be advised that your future requests for Elsevier materials may attract a fee.

7. Reservation of Rights: Publisher reserves all rights not specifically granted in the combination of (i) the license details provided by you and accepted in the course of this licensing transaction, (ii) these terms and conditions and (iii) CCC's Billing and Payment terms and conditions.

8. License Contingent Upon Payment: While you may exercise the rights licensed immediately upon issuance of the license at the end of the licensing process for the transaction, provided that you have disclosed complete and accurate details of your proposed use, no license is finally effective unless and until full payment is received from you (either by publisher or by CCC) as provided in CCC's Billing and Payment terms and conditions. If full payment is not received on a timely basis, then any license preliminarily granted shall be deemed automatically revoked and shall be void as if never granted. Further, in the event that you breach any of these terms and conditions or any of CCC's Billing and Payment terms and conditions, the license is automatically revoked and shall be void as if never granted. Use of materials as described in a revoked license, as well as any use of the materials beyond the scope of an unrevoked license, may constitute copyright infringement and publisher reserves the right to take any and all action to protect its copyright in the materials.

9. Warranties: Publisher makes no representations or warranties with respect to the licensed material.

10. Indemnity: You hereby indemnify and agree to hold harmless publisher and CCC, and their respective officers, directors, employees and agents, from and against any and all claims arising out of your use of the licensed material other than as specifically authorized pursuant to this license.

11. No Transfer of License: This license is personal to you and may not be sublicensed, assigned, or transferred by you to any other person without publisher's written permission.

12. No Amendment Except in Writing: This license may not be amended except in a writing signed by both parties (or, in the case of publisher, by CCC on publisher's behalf).

13. **Objection to Contrary Terms:** Publisher hereby objects to any terms contained in any purchase order, acknowledgment, check endorsement or other writing prepared by you, which terms are inconsistent with these terms and conditions or CCC's Billing and Payment terms and conditions. These terms and conditions, together with CCC's Billing and Payment terms and conditions (which are incorporated herein), comprise the entire agreement between you and publisher (and CCC) concerning this licensing transaction. In the event of any conflict between your obligations established by these terms and conditions and those established by CCC's Billing and Payment terms and conditions, these terms and conditions shall control.

14. **Revocation:** Elsevier or Copyright Clearance Center may deny the permissions described in this License at their sole discretion, for any reason or no reason, with a full refund payable to you. Notice of such denial will be made using the contact information provided by you. Failure to receive such notice will not alter or invalidate the denial. In no event will Elsevier or Copyright Clearance Center be responsible or liable for any costs, expenses or damage incurred by you as a result of a denial of your permission request, other than a refund of the amount(s) paid by you to Elsevier and/or Copyright Clearance Center for denied permissions.

LIMITED LICENSE

The following terms and conditions apply only to specific license types:

15. **Translation:** This permission is granted for non-exclusive world **English** rights only unless your license was granted for translation rights. If you licensed translation rights you may only translate this content into the languages you requested. A professional translator must perform all translations and reproduce the content word for word preserving the integrity of the article.

16. **Posting licensed content on any Website:** The following terms and conditions apply as follows: Licensing material from an Elsevier journal: All content posted to the web site must maintain the copyright information line on the bottom of each image; A hyper-text must be included to the Homepage of the journal from which you are licensing at <http://www.sciencedirect.com/science/journal/xxxxx> or the Elsevier homepage for books at <http://www.elsevier.com>; Central Storage: This license does not include permission for a scanned version of the material to be stored in a central repository such as that provided by Heron/XanEdu.

Licensing material from an Elsevier book: A hyper-text link must be included to the Elsevier homepage at <http://www.elsevier.com>. All content posted to the web site must maintain the copyright information line on the bottom of each image.

Posting licensed content on Electronic reserve: In addition to the above the following clauses are applicable: The web site must be password-protected and made available only to bona fide students registered on a relevant course. This permission is granted for 1 year only. You may obtain a new license for future website posting.

17. **For journal authors:** the following clauses are applicable in addition to the above:

Preprints:

A preprint is an author's own write-up of research results and analysis, it has not been peer-reviewed, nor has it had any other value added to it by a publisher (such as formatting, copyright, technical enhancement etc.).

Authors can share their preprints anywhere at any time. Preprints should not be added to or enhanced in any way in order to appear more like, or to substitute for, the final versions of articles however authors can update their preprints on arXiv or RePEc with their Accepted Author Manuscript (see below).

If accepted for publication, we encourage authors to link from the preprint to their formal publication via its DOI. Millions of researchers have access to the formal publications on ScienceDirect, and so links will help users to find, access, cite and use the best available version. Please note that Cell Press, The Lancet and some society-owned have different preprint policies. Information on these policies is available on the journal homepage.

Accepted Author Manuscripts: An accepted author manuscript is the manuscript of an article that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and editor-author communications.

Authors can share their accepted author manuscript:

- immediately
 - via their non-commercial person homepage or blog
 - by updating a preprint in arXiv or RePEc with the accepted manuscript
 - via their research institute or institutional repository for internal institutional uses or as part of an invitation-only research collaboration work-group
 - directly by providing copies to their students or to research collaborators for their personal use
 - for private scholarly sharing as part of an invitation-only work group on commercial sites with which Elsevier has an agreement
- after the embargo period
 - via non-commercial hosting platforms such as their institutional repository
 - via commercial sites with which Elsevier has an agreement

In all cases accepted manuscripts should:

- link to the formal publication via its DOI
- bear a CC-BY-NC-ND license - this is easy to do
- if aggregated with other manuscripts, for example in a repository or other site, be shared in alignment with our hosting policy not be added to or enhanced in any way to appear more like, or to substitute for, the published journal article.

Published journal article (JPA): A published journal article (PJA) is the definitive final record of published research that appears or will appear in the journal and embodies all value-adding publishing activities including peer review co-ordination, copy-editing, formatting, (if relevant) pagination and online enrichment.

Policies for sharing publishing journal articles differ for subscription and gold open access articles:

Subscription Articles: If you are an author, please share a link to your article rather than the full-text. Millions of researchers have access to the formal publications on ScienceDirect, and so links will help your users to find, access, cite, and use the best available version. Theses and dissertations which contain embedded PJAs as part of the formal submission can be posted publicly by the awarding institution with DOI links back to the formal publications on ScienceDirect.

If you are affiliated with a library that subscribes to ScienceDirect you have additional private sharing rights for others' research accessed under that agreement. This includes use for classroom teaching and internal training at the institution (including use in course packs and courseware programs), and inclusion of the article for grant funding purposes.

Gold Open Access Articles: May be shared according to the author-selected end-user license and should contain a [CrossMark logo](#), the end user license, and a DOI link to the formal publication on ScienceDirect.

Please refer to Elsevier's [posting policy](#) for further information.

18. **For book authors** the following clauses are applicable in addition to the above:

Authors are permitted to place a brief summary of their work online only. You are not allowed to download and post the published electronic version of your chapter, nor may you scan the printed edition to create an electronic version. **Posting to a repository:** Authors are permitted to post a summary of their chapter only in their institution's repository.

19. **Thesis/Dissertation:** If your license is for use in a thesis/dissertation your thesis may be submitted to your institution in either print or electronic form. Should your thesis be published commercially, please reapply for permission. These requirements include permission for the Library and Archives of Canada to supply single copies, on demand, of the complete thesis and include permission for Proquest/UMI to supply single copies, on demand, of the complete thesis. Should your thesis be published commercially, please reapply for permission. Theses and dissertations which contain embedded PJAs as part of the formal submission can be posted publicly by the awarding institution with DOI links back to the formal publications on ScienceDirect.

Elsevier Open Access Terms and Conditions

You can publish open access with Elsevier in hundreds of open access journals or in nearly 2000 established subscription journals that support open access publishing. Permitted third party re-use of these open access articles is defined by the author's choice of Creative Commons user license. See our [open access license policy](#) for more information.

Terms & Conditions applicable to all Open Access articles published with Elsevier:

Any reuse of the article must not represent the author as endorsing the adaptation of the article nor should the article be modified in such a way as to damage the author's honour or reputation. If any changes have been made, such changes must be clearly indicated.

The author(s) must be appropriately credited and we ask that you include the end user license and a DOI link to the formal publication on ScienceDirect.

If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source it is the responsibility of the user to ensure their reuse complies with the terms and conditions determined by the rights holder.

Additional Terms & Conditions applicable to each Creative Commons user license:

CC BY: The CC-BY license allows users to copy, to create extracts, abstracts and new works from the Article, to alter and revise the Article and to make commercial use of the Article (including reuse and/or resale of the Article by commercial entities), provided the user gives appropriate credit (with a link to the formal publication through the relevant DOI), provides a link to the license, indicates if changes were made and the licensor is not represented as endorsing the use made of the work. The full details of the license are available at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

CC BY NC SA: The CC BY-NC-SA license allows users to copy, to create extracts, abstracts and new works from the Article, to alter and revise the Article, provided this is not done for commercial purposes, and that the user gives appropriate credit (with a link to the formal publication through the relevant DOI), provides a link to the license, indicates if changes were made and the licensor is not represented as endorsing the use made of the work. Further, any new works must be made available on the same conditions. The full details of the license are available at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>.

CC BY NC ND: The CC BY-NC-ND license allows users to copy and distribute the Article, provided this is not done for commercial purposes and further does not permit distribution of the Article if it is changed or edited in any way, and provided the user gives appropriate credit (with a link to the formal publication through the relevant DOI), provides a link to the license, and that the licensor is not represented as endorsing the use made of the work. The full details of the license are available at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>. Any commercial reuse of Open Access articles published with a CC BY NC SA or CC BY NC ND license requires permission from Elsevier and will be subject to a fee.

Commercial reuse includes:

- Associating advertising with the full text of the Article
- Charging fees for document delivery or access
- Article aggregation
- Systematic distribution via e-mail lists or share buttons

Posting or linking by commercial companies for use by customers of those companies.

20. Other Conditions:

v1.8

Questions? customercare@copyright.com or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or +1-978-646-2777.

Bibliografia

1. Taft J. A practical treatise on operative dentistry. Trubner and Co, London. 1859:244.
2. Schreier E. The treatment of infected root-canals with kalium and natrium. Dent Cosmos. 1893;35:863-9.
3. Abraham S, Raj JD, Venugopal M. Endodontic Irrigants: A Comprehensive Review.
4. Callahan JR. Sulfuric acid for opening root canals. Dent Cosmos. 1893;36:957-9.
5. Grossman LI. Irrigation of Root Canals. The Journal of the American Dental Association. 1943;30(23):1915-7.
6. Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT, et al. Evaluation of 4 Different Irrigating Systems for Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite. Journal of endodontics. 2015;41(9):1530-4.
7. Iriboz E, Bayraktar K, Turkaydin D, Tarcin B. Comparison of apical extrusion of sodium hypochlorite using 4 different root canal irrigation techniques. Journal of endodontics. 2015;41(3):380-4.
8. Tanomaru-Filho M, Miano LM, Chavez-Andrade GM, Esteves Torres FF, Leonardo Rde T, Guerreiro-Tanomaru JM. Cleaning of Root Canal System by Different Irrigation Methods. The journal of contemporary dental practice. 2015;16(11):859-63.
9. Basrani B. Endodontic Irrigation: Chemical disinfection of the root canal system: Springer International Publishing; 2015.
10. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics. 2011;112(3):407-11.
11. Keles A, Alcin H. Use of EndoVac System for Aspiration of Exudates from a Large Periapical Lesion: A Case Report. Journal of endodontics. 2015;41(10):1735-7.
12. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. Microscopy research and technique. 2015;78(3):230-9.
13. Sedgley C. Root canal irrigation--a historical perspective. Journal of the history of dentistry. 2004;52(2):61-5.
14. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. Journal of endodontics. 2010;36(5):875-9.
15. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. Journal of endodontics. 2009;35(6):791-804.
16. Parente JM, Loushine RJ, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller RN, et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. International endodontic journal. 2010;43(11):1001-12.
17. Ruddle CJ. Microbrush for endodontic use. Google Patents; 2001.
18. Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2010;110(2):e62-e6.
19. Mohammadi Z, Shalavi S, Giardino L, Palazzi F, Asgary S. Impact of Ultrasonic Activation on the Effectiveness of Sodium Hypochlorite: A Review. Iranian endodontic journal. 2015;10(4):216-20.
20. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. Journal of endodontics. 2007;33(2):81-95.

21. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of endodontics*. 2009;35(4):545-9.
22. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, et al. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. *Brazilian Dental Journal*. 2016;27:3-8.
23. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *Journal of endodontics*. 2007;33(5):611-5.
24. De Moor RJ, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. *Journal of endodontics*. 2010;36(9):1580-3.
25. De Moor RJ, Blanken J, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 2: evaluation of the efficacy. *Lasers in surgery and medicine*. 2009;41(7):520-3.
26. Jiang LM, Lak B, Eijssvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *Journal of endodontics*. 2012;38(6):838-41.
27. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *Journal of endodontics*. 2010;36(7):1216-21.
28. Pawar R, Alqaied A, Safavi K, Boyko J, Kaufman B. Influence of an apical negative pressure irrigation system on bacterial elimination during endodontic therapy: a prospective randomized clinical study. *Journal of endodontics*. 2012;38(9):1177-81.
29. Miller TA, Baumgartner JC. Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *Journal of endodontics*. 2010;36(3):509-11.
30. Velmurugan N, Sooriaprakas C, Jain P. Apical Extrusion of Irrigants in Immature Permanent Teeth by Using EndoVac and Needle Irrigation: An In Vitro Study. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*. 2014;11(4):433-9.